

Pelet Bakteri Probiotik untuk Biokontrol *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* dan Viabilitas Benih Padi

Probiotic Bacteria Pellet to *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* Biocontrol and Rice seed Viability

Anak Agung Keswari Krisnandika, Eny Widajati*, Wawan Hermawan, Giyanto
Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

ABSTRAK

Bakteri probiotik yang berasal dari jaringan tanaman padi (endofit 467 dan endofit 748), rhizosfer (*Ralstonia pickettii* TT47), dan tanah (aktinomiset 6) diketahui mampu mengendalikan patogen penyebab penyakit. Pengaruh pelet yang mengandung bakteri probiotik dalam menekan patogen *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* pada benih padi belum diketahui. Penelitian ini bertujuan menguji apakah pelet yang mengandung bakteri probiotik dapat mempertahankan viabilitas benih padi terinfeksi *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. Metode biakan ganda digunakan untuk menentukan kemampuan antagonis bakteri probiotik terhadap *X. oryzae* pv. *oryzae*. *R. pickettii* TT47, endofit 467 dan aktinomiset 6 terbukti antagonis terhadap *X. oryzae* pv. *oryzae*. Uji kompatibilitas bakteri probiotik menunjukkan isolat yang kompatibel ialah endofit 467 dan aktinomiset 6. Aplikasi formula pelet (talk + CMC 1.5% + gliserol 1%) yang mengandung aktinomiset 6 tunggal atau kombinasi dengan endofit 467 pada benih padi Ciherang yang terinfeksi, mampu menekan populasi *X. oryzae* pv. *oryzae* pada 6 minggu penyimpanan. Perlakuan pelet yang mengandung *R. pickettii* TT47 mampu mempertahankan daya berkecambah dan kecepatan tumbuh benih padi terinfeksi *X. oryzae* pv. *oryzae* selama 6 minggu penyimpanan, masing-masing 86.67% dan 17.17% etmal⁻¹, berbeda nyata dengan benih terinfeksi yang tidak diberi perlakuan pelet (62.67% dan 11.02% etmal⁻¹). Aplikasi bakteri probiotik *R. pickettii* TT47, endofit 467 atau aktinomiset 6 dalam bentuk pelet terbukti efektif menurunkan populasi patogen *X. oryzae* pv. *oryzae* dan mempertahankan viabilitas benih padi terinfeksi selama 6 minggu penyimpanan.

Kata kunci: aktinomiset, bakteri endofit, hawar daun bakteri, *Ralstonia pickettii*

ABSTRACT

Probiotic bacteria collection from the rice plant tissue (i.e. endophytic 467 and endophytic 748 isolates), the rhizosphere (*Ralstonia pickettii* TT47) and that from the ground (actinomycetes 6) has been reported as biocontrol agents. The effect of pellet containing probiotic bacteria to suppress *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* pathogen in rice seed has not been known thoroughly. This research was carried out to evaluate the effect of pellet containing probiotic bacteria in maintaining viability of rice seeds infected by *X. oryzae* pv. *oryzae*. A dual culture method was used to test the antagonistic activities between probiotic bacteria and *X. oryzae* pv. *oryzae*. Isolates *R. pickettii* TT47, endophytic 467 and actinomycetes 6 showed antagonistic activities against *X. oryzae* pv. *oryzae*. Among them, only endophytic 467 and actinomycetes 6 that showed compatibility. Pellet formulation (talc + CMC 1.5% + glycerol 1%) contain actinomycetes 6 singly or combination with endophytic 467 in infected Ciherang rice seed was able to suppress population *X. oryzae* pv. *oryzae* as long as 6 weeks storage. While, the highest percentage of

*Alamat penulis korespondensi: Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus Darmaga, Jalan Meranti, Bogor 16680
Tel: 0251-8629350, Faks: 0251-8629352, Surel: eny_widajati@yahoo.co.id.

seed germination and seedling growth rate during 6 weeks storage was obtained on pellet formulation with *R. pickettii* TT47, i.e. 86.67% and 17.17% etmal⁻¹ respectively and significantly different with infected nonpelleted rice seed (62.67% and 11.02% etmal⁻¹). In conclusion, the application of probiotic bacteria *R. pickettii* TT47, endophytic 467 and actinomycetes 6 in pellet formulation was effective to decrease *X. oryzae* pv. *oryzae* and maintain viability of infected rice seed in 6 weeks storage.

Key words: actinomycetes, endophytic, rice sheath blight, *Ralstonia pickettii*

PENDAHULUAN

Xanthomonas oryzae pv. *oryzae* menginfeksi pertanaman padi mulai dari fase bibit (penyakit kresek) sampai menjelang panen (penyakit hawar daun bakteri). Penurunan hasil hingga 70% dapat terjadi pada padi varietas rentan (IRRI 2014). Pada tahun 2009–2013 sekitar 27.6 ha lahan pertanaman padi di Indonesia mengalami puso dari total 94 246 ha lahan yang terserang hawar daun bakteri (HDB) (Ditlitanpang 2014).

Pengendalian *X. oryzae* pv. *oryzae* umumnya menggunakan bakterisida sintetik, namun teknik ini dinilai kurang ramah lingkungan. Oleh sebab itu, pengendalian *X. oryzae* pv. *oryzae* secara biologi menggunakan bakteri probiotik mulai dikembangkan.

Bakteri kelompok *Bacillus*, *Pseudomonas* dan *Streptomyces* diketahui mampu menekan *X. oryzae* pv. *oryzae* dengan menghasilkan antibiotik (*difficidin*, *bacilysin*, *iturin*), siredofor, HCN, maupun hormon pertumbuhan (*indole acetic acid*; IAA) (Miliute dan Buzaitė 2011; Beric *et al.* 2012; Lukkani dan Reddy 2014; Harikrishnan *et al.* 2014; Wu *et al.* 2015). Pemanfaatan *B. subtilis* dengan merendam benih padi terinfeksi terbukti mampu menurunkan populasi *X. oryzae* pv. *oryzae* serta meningkatkan pertumbuhan bibit padi (Agustiansyah *et al.* 2010).

Sulitnya menyediakan inokulum bakteri aktif dalam jumlah banyak di lapangan merupakan salah satu masalah pemanfaatan bakteri probiotik. Upaya alternatif yang dapat dilakukan ialah aplikasi bakteri langsung pada benih dalam bentuk formula kering (pelet). Pelet yang baik mampu melindungi benih dan bakteri dari kondisi ekstrem ketika di penyimpanan, transportasi dan aplikasi dilapangan.

Pelet terdiri atas bahan pembawa, perekat, dan inokulan. Bahan pembawa dan perekat yang baik mempertahankan viabilitas benih padi ialah campuran CMC 1.5% dan talk 1% (Palupi *et al.* 2012). Perlakuan benih padi dengan formula tersebut dapat mempertahankan viabilitas bakteri *P. fluorescens* RRb-11 hingga 90 hari (30.1×10^7 cfu g⁻¹) serta efektif mereduksi keparahan penyakit HDB sampai 83.87% (Jambhulkar dan Sharma 2014).

Informasi pemanfaatan bakteri probiotik dalam formula pelet dan pengaruhnya terhadap viabilitas benih padi yang terinfeksi *X. oryzae* pv. *oryzae* belum tersedia. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan mengevaluasi kemampuan pelet yang mengandung bakteri probiotik dalam menekan patogen *X. oryzae* pv. *oryzae* dan mempertahankan viabilitas benih padi terinfeksi.

BAHAN DAN METODE

Benih padi yang digunakan adalah padi varietas Ciherang yang diproduksi PT. Sang Hyang Seri, Indonesia. Bakteri probiotik *Ralstonia pickettii* TT47, endofit 467, endofit 748 dan aktinomiset 6 diperoleh dari Laboratorium Bakteriologi Tumbuhan, Departemen Proteksi Tanaman, IPB. Bakteri patogen (*X. oryzae* pv. *oryzae* patotipe IV) berasal dari Balai Besar Tanaman Padi Sukamandi.

Uji Antagonis

Uji antagonis 4 isolat bakteri probiotik terhadap patogen *X. oryzae* pv. *oryzae* dilakukan menggunakan metode biakan ganda (Putra dan Giyanto 2014). Medium yang digunakan adalah *yeast dextrose carbon agar* (YDCA), inkubasi dilakukan selama 3–5 hari pada suhu ruang. Pengamatan

terhadap ada tidaknya zona bening di sekitar kertas saring dilakukan setiap hari. Zona bening menunjukkan bakteri probiotik pada kertas saring menghasilkan senyawa yang bersifat antagonis terhadap *X. oryzae* pv. *oryzae* yang berada pada medium YDCA.

Uji Kompatibilitas

Uji kompatibilitas bakteri probiotik *R. pickettii* TT47, endofit 467, endofit 748, dan aktinomiset 6 dilakukan menggunakan metode biakan ganda (Putra dan Giyanto 2014) pada medium *nutrient agar* (NA).

Pelet dengan Penambahan Bakteri Probiotik pada Benih Padi yang Diinfeksi *X. oryzae* pv. *oryzae*

Benih padi diinfeksi *X. oryzae* pv. *oryzae* terlebih dahulu menggunakan metode Agustiansyah *et al.* (2010). Benih terinfeksi kemudian diberi perlakuan pelet secara manual menggunakan formula talk + CMC 1.5% + gliserol 1% + bakteri probiotik (10^8 – 10^9 cfu mL⁻¹). Talk komersil disterilisasi menggunakan autoklaf terlebih dahulu sebelum digunakan. Perbandingan formula pelet dengan benih padi adalah 5:0.6 (b/b).

Percobaan disusun menggunakan rancangan acak kelompok petak tersarang dengan 3 ulangan. Petak utama adalah periode simpan (0, 2, 4, 6 minggu). Anak petak adalah 8 taraf perlakuan pelet, yaitu: K (benih sehat), *X. oryzae* pv. *oryzae* (Xoo), benih direndam dalam air selama 24 jam pada suhu ruang, K + pelet, Xoo + pelet + aktinomiset 6 + endofit 467, Xoo + pelet + aktinomiset 6, Xoo + pelet + endofit 467, dan Xoo + pelet + *R. pickettii* TT47. Pengeringan benih dilakukan 2–3 hari dalam kondisi ruang. Pengamatan dilakukan

terhadap populasi *X. oryzae* pv. *oryzae* pada perlakuan benih 0, 2, 4 dan 6 minggu sesuai metode yang dijabarkan Putra dan Giyanto (2014). Viabilitas benih diduga berdasarkan daya berkecambah (DB) dan kecepatan tumbuh (K_{CT}) yang dihitung berdasarkan akumulasi K_{CT} harian dalam unit tolok ukur persentase per hari (24 jam = 1 etmal).

$$DB = \frac{\sum K_{N \text{ hitungan I}} + \sum K_{N \text{ hitungan II}}}{\sum B_T} \times 100\%$$

$$K_{CT} = \frac{\% K_{N \text{ ke-2}}}{\text{etmal}} + \dots + \frac{\% K_{N \text{ ke-n}}}{\text{etmal}}, \text{ dengan}$$

DB, daya kecambah; $K_{N \text{ hitungan I}}$, jumlah kecambah normal pada 7 HST; $K_{N \text{ hitungan II}}$, jumlah kecambah normal pada 14 HST; BT, jumlah benih yang ditanam dan; K_{CT} , kecepatan tumbuh.

Data diolah menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) pada program SAS dilanjutkan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95%.

HASIL

Aktivitas Antagonis

Bakteri probiotik *R. pickettii* TT47 menghasilkan zona bening terbesar di sekitar kertas saring steril, diikuti oleh aktinomiset 6 dan endofit 467, sedangkan endofit 748 tidak menghasilkan zona bening.

Kompatibilitas Bakteri Probiotik

Bakteri probiotik aktinomiset 6 dan endofit 467 menunjukkan sifat kompatibilitas (Tabel 1). Isolat endofit 748 tidak bersifat antagonis terhadap *X. oryzae* pv. *oryzae* dan tidak kompatibel dengan 3 isolat bakteri probiotik lain yang diuji sehingga tidak digunakan untuk uji lanjut.

Tabel 1 Kompatibilitas bakteri probiotik ditandai dengan pembentukan zona bening di sekitar kertas saring steril pada medium *nutrient agar* selama 3–5 hari inkubasi

Bakteri probiotik	Endofit 467	Endofit 748	Aktinomiset 6	<i>R. pickettii</i> TT47
Endofit 467	x	-	-	+
Endofit 748	+	x	-	+
Aktinomiset 6	-	+	x	+
<i>Ralstonia pickettii</i> TT47	+	-	-	x

+, terbentuk zona bening; -, tidak terbentuk zona bening; x, tidak diuji kompatibilitas

Viabilitas Benih Padi

Pelet yang mengandung aktinomiset 6 tunggal maupun kombinasi dengan endofit 467 efektif dalam menekan patogen *X. oryzae* pv. *oryzae* pada benih padi terinfeksi selama 6 minggu simpan (Tabel 2). Pelet yang mengandung *R. pickettii* TT47 paling baik dalam mempertahankan viabilitas benih terinfeksi (Tabel 3 dan 4) ditunjukkan oleh DB (86.67%) dan K_{CT} (17.17% etmal⁻¹) yang nyata lebih tinggi dibandingkan dengan benih terinfeksi *X. oryzae* pv. *oryzae* (62.67% dan 11.02% etmal⁻¹).

PEMBAHASAN

Pengendalian patogen terbawa benih *X. oryzae* pv. *oryzae* menggunakan agens antagonis seperti bakteri probiotik merupakan

alternatif yang potensial dan ramah lingkungan. Pada penelitian ini, bakteri *R. pickettii* TT47 mampu menghasilkan senyawa antagonis yang lebih banyak dibandingkan endofit 467 dan aktinomiset 6 secara *in vitro*, namun dalam formulasi pelet pada benih padi terinfeksi *X. oryzae* pv. *oryzae*, aktinomiset 6 tunggal maupun kombinasi dengan endofit 467 lebih efektif menekan perkembangan *X. oryzae* pv. *oryzae*. Hal ini diduga karena aktinomiset dan endofit merupakan bakteri Gram positif yang menghasilkan spora toleran kering dan panas (Emmert dan Handelsman 1999) sehingga mampu bertahan dalam formula pelet dengan lebih baik dibandingkan dengan *R. pickettii* TT47 yang tidak memiliki struktur bertahan.

Penghambatan patogen *X. oryzae* pv. *oryzae* oleh bakteri probiotik *R. pickettii* TT47 diduga terkait dengan kemampuan bakteri

Tabel 2 Perlakuan benih terhadap populasi patogen *X. oryzae* pv. *oryzae* dalam benih padi pada setiap periode simpan (minggu)

Perlakuan	Populasi patogen selama periode simpan (Log cfu g ⁻¹)			
	0	2	4	6
Xoo + Pelet + Aktinomiset 6 + Endofit 467	4.65 bc	4.63 bc	4.68 bc	1.00 e
Xoo + Pelet + Aktinomiset 6	4.52 bc	4.85 bc	4.68 bc	1.00 e
Xoo + Pelet + Endofit 467	4.15 c	4.51 bc	4.56 bc	2.52 d
Benih sehat (K)	1.00 e	1.00 e	1.00 e	1.00 e
Benih direndam air	1.00 e	1.00 e	1.00 e	1.00 e
K + Pelet	1.00 e	1.00 e	1.00 e	1.00 e
X + Pelet + <i>Ralstonia pickettii</i> TT47	4.53 c	4.34 c	4.48 c	4.18 c
<i>X. oryzae</i> pv. <i>oryzae</i> (Xoo)	5.72 ab	6.02 a	6.19 a	6.67 a

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT pada α 5%

Data yang digunakan adalah hasil transformasi log (x + 10); Pelet terdiri atas talk + CMC 1.5% + gliserol 1%

Tabel 3 Perlakuan benih padi terhadap daya berkecambah pada setiap periode simpan (minggu)

Perlakuan	Daya kecambah pada perodesimpan (%)			
	0	2	4	6
Xoo + Pelet + Aktinomiset 6 + Endofit 467	92.00 a	84.00 abc	82.67 abc	82.67 abc
Xoo + Pelet + Aktinomiset 6	90.67 a	86.67 abc	84.00 abc	84.00 abc
Xoo + Pelet + Endofit 467	90.67 a	64.00 de	76.00 bcd	73.33 dec
Benih sehat (K)	92.00 a	82.67 abc	84.00 abc	94.67 a
Benih direndam air	89.33 ab	85.33 abc	86.67 abc	94.67 a
K + Pelet	93.33 a	85.33 abc	89.33 ab	90.67 a
X + Pelet + <i>Ralstonia pickettii</i> TT47	90.67 a	84.00 abc	89.33 ab	86.67 abc
<i>X. oryzae</i> pv. <i>oryzae</i> (Xoo)	89.33 ab	86.67 abc	80.00 abc	62.67 e

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT pada α 5%

Pelet terdiri atas talk + CMC 1.5% + gliserol 1%

Tabel 4 Perlakuan benih terhadap kecepatan tumbuh padi pada setiap periode simpan (minggu)

Perlakuan	Kecepatan pertumbuhan benih padi (%etmal ⁻¹)			
	0	2	4	6
Xoo + Pelet + Aktinomiset 6 + Endofit 467	16.01 fgh	16.81 e-h	16.01 fgh	16.04 fgh
Xoo + Pelet + Aktinomiset 6	15.76 gh	17.07 c-h	15.13 h	15.73 gh
Xoo + Pelet + Endofit 467	15.11 h	12.0 6i	15.11h	11.44 i
Benih sehat (K)	18.84 a-g	16.92 d-h	18.84 a-g	19.15 a-f
Benih direndam air	19.28 a-e	20.10 a-c	19.28 ab	20.88 a
K + Pelet	20.35 ab	20.46 ab	20.35 ab	20.03 a-d
X + Pelet + <i>Ralstonia pickettii</i> TT47	17.04 c-h	17.60 b-h	17.04 c-h	17.17 c-h
<i>X. oryzae</i> pv. <i>oryzae</i> (Xoo)	15.24 h	16.84 e-h	15.24 h	11.02 i

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT pada α 5%

Pelet terdiri atas talc + CMC 1.5% + gliserol 1%. 1 etmal = 24 jam.

ini dalam menghasilkan siderofor (Rustam 2012). Siderofor mampu mengikat zat besi (Crosa dan Walsh 2002) di medium sehingga tidak tersedia untuk *X. oryzae* pv. *oryzae*. Mikrob dalam kondisi aerob membutuhkan zat besi untuk berbagai siklus dalam sel (Skaar 2010). Beragam senyawa aktif yang dihasilkan bakteri probiotik untuk menekan perkembangan *X. oryzae* pv. *oryzae*, yaitu *bottromycin* A2 dan *dunaimycin* D3S, yang dihasilkan oleh *Streptomyces bottropensis* (Park *et al.* 2011), 2,4-diacetylphloroglucinol (DAPG) oleh *Pseudomonas fluorescens* PDY7 (Velusamy *et al.* 2013), kitinase, fosfatase dan siderofor dari *Streptomyces* sp. (AB131-1 dan LBR02) (Hastuti *et al.* 2012) serta produksi siderofor, enzim fosfatase, enzim peroksidase dan HCN oleh *P. diminuta* A6 (Agustiansyah *et al.* 2013).

Pelet yang mengandung bakteri probiotik mampu mempertahankan viabilitas benih padi terinfeksi *X. oryzae* pv. *oryzae*. Hal ini diduga terkait dengan kemampuan bakteri dalam menekan patogen *X. oryzae* pv. *oryzae* dan atau menghasilkan hormon pertumbuhan. Bakteri probiotik seperti aktinomiset, endofit, dan *R. pickettii* dilaporkan mampu menghasilkan hormon pertumbuhan seperti IAA dan giberelin (Lestari *et al.* 2014). Giberelin menginduksi sintesis enzim α -amilase yang berperan dalam perombakan pati untuk digunakan sebagai energi dalam perkecambahan benih (Palmiano dan Juliano 1972). Hormon IAA dibutuhkan tanaman setelah berkecambah untuk perpanjangan sel (Miransari dan Smith 2014).

Subash *et al.* (2015) menyatakan aplikasi 2 mg L⁻¹ GA3 dan IAA pada benih *Sesamum indicum* TVM-1 mampu meningkatkan perkecambahan, panjang akar dan tunas. Chithrashree *et al.* (2011) melaporkan perlakuan benih menggunakan talk + CMC (0.2%) + *Bacillus* sp. mampu secara nyata meningkatkan perkecambahan (82%) dan vigor indeks (1309) benih padi terinfeksi *X. oryzae* pv. *oryzae*.

Perlakuan pelet yang mengandung endofit 467, aktinomiset 6, *R. pickettii* TT47 maupun aktinomiset 6 + endofit 467 terbukti efektif menekan patogen *X. oryzae* pv. *oryzae* dan mempertahankan viabilitas benih padi terinfeksi selama 6 minggu penyimpanan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Ditjen DIKTI yang telah memberikan dana pendidikan dan penelitian melalui Beasiswa Pendidikan Pascasarjana Dalam Negeri (BPPDN) serta Balai Besar Penelitian Padi Sukamandi sebagai pemilik isolat *X. oryzae* pv. *oryzae*.

DAFTAR PUSTAKA

Agustiansyah, Ilyas S, Sudarsono, Machmud M. 2010. Pengaruh perlakuan benih secara hayati pada benih padi terinfeksi *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* terhadap mutu benih dan pertumbuhan bibit. J Agron Indonesia. 38:185–191.

- Agustiansyah, Ilyas S, Sudarsono, Machmud M. 2013. Karakterisasi rizobakteri yang berpotensi mengendalikan bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* dan meningkatkan pertumbuhan tanaman padi. J HPT Tropika. (13)1:42–51.
- Beric T, Kojic M, Stankovic S, Topisirovic L, Degrassi G, Myers M, Venturi V, Fira D. 2012. Antimicrobial activity of *Bacillus* sp. natural isolates and their potential use in the biocontrol of phytopathogenic bacteria. Food Technol Biotechnol. 50(1):25–31.
- Chithrashree AC, Udayashankar, Nayaka SC, Reddy MS, Srinivas C. 2011. Plant growth-promoting rhizobacteria mediate induced systemic resistance in rice against bacterial leaf blight caused by *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. Bio Control. 59:114–122. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.06.010>.
- Crosa JH, Walsh CT. 2002. Genetics and assembly line enzymology of siderophore biosynthesis in bacteria. Microbiol Mol Biol Rev. 66:223–249. DOI: <http://dx.doi.org/10.1128/MMBR.66.2.223-249.2002>.
- [Ditlitpanang] Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. 2014. Data OPT padi. <http://tanamanpangan.pertanian.go.id/ditlntp/statis-17-dataoptpadi.html> [diakses 2 Maret 2014].
- Emmert EAB, Handelsman J. 1999. Biocontrol of plant disease: a (Gram-) positive perspective. FEMS Microbiol Lett. 171:1–9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1574-6968.1999.tb13405.x>.
- Harikrishnan H, Shanmugaiah V, Balasubramanian N. 2014. Optimization for production of Indole acetic acid (IAA) by plant growth promoting *Streptomyces* sp VSMGT1014 isolated from rice rhizosphere. Int J Curr Microbiol App Sci. 3(8):158–171.
- Hastuti, R.D., Y. Lestari, A. Suwanto, R. Saraswati. 2012. Endophytic *Streptomyces* spp. as biocontrol agents of rice bacterial leaf blight pathogen. Hayati J Biosci. 19(4):155–162. DOI: <http://dx.doi.org/10.4308/hjb.19.4.155>.
- [IRRI] International Rice Research Institute. 2014. Bacterial blight. <http://www.knowledgebank.irri.org/decision-tools/rice-doctor/rice-doctor-factsheets/item/bacterial-blight> [diakses 2 Maret 2014].
- Jambhulkar PP, Sharma P. 2014. Development of bioformulation and delivery system of *Pseudomonas fluorescens* against bacterial leaf blight of rice (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*). JEB. 35:843–849.
- Lestari Y, Yusepi TT, Pratyasto AP, Mubarik NR, Hamim. 2014. In vitro capability of rice endophytic *Streptomyces* spp. in producing indole acetic acid and fixing nitrogen. Adv Environ Biol. 8(13):728–735.
- Lukkani NJ, Reddy ECS. 2014. Evaluation of plant growth promoting attributes and biocontrol potential of native fluorescent *Pseudomonas* spp. against *Aspergillus niger* causing collar rot of ground nut. IJPAES. 4(4):256–262.
- Miliute I, Buzaitė O. 2011. IAA production and other plant growth promoting traits of endophytic bacteria from apple tree. Biologija. 57(2):98–102. DOI: <http://dx.doi.org/10.6001/biologija.v57i2.1835>.
- Miransari M, Smith DL. 2014. Plant hormones and seed germination. Environ Eexp Bot. 99:110–121. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2013.11.005>.
- Palmiano EP, Juliano BO. 1972. Biochemical changes in the rice grain during germination. Plant Physiol. 49:751–756. DOI: <http://dx.doi.org/10.1104/pp.49.5.751>.
- Palupi T, Ilyas S, Machmud M, Widajati E. 2012. Pengaruh formula coating terhadap viabilitas dan vigor serta daya simpan benih padi (*Oryza sativa* L.). J Agron Indonesia. 40(1):21–28.
- Park SB, Lee IA, Suh JW, Kim JG, Lee CH. 2011. Screening and identification of antimicrobial compounds from *Streptomyces bottropensis* suppressing rice bacterial blight. J Microbiol Biotechnol. 21(12):1236–1242. DOI: <http://dx.doi.org/10.4014/jmb.1106.06047>.
- Putra C, Giyanto. 2014. Kompatibilitas *Bacillus* spp. dan aktinomiset sebagai agens

- hayati *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* dan pamacu pertumbuhan padi. 2014. J Fitopatol Indones. 10(5):160–169. DOI: <http://dx.doi.org/10.14692/jfi.10.5.160>.
- Rustam. 2012. Potensi bakteri penghasil senyawa bioaktif anticendawan untuk pengendalian penyakit hawar pelepah padi [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Skaar EP. 2010. The battle for iron between bacterial pathogens and their vertebrate hosts. PLoS Pathog. 6(8):1–4. DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.ppat.1000949>.
- Subash M, Rafath H, Lalitha J. 2015. Influence of GA3 and IAA and their frequency of application on seed germination and seedling quality characters. Int Lett Nat Sci. 30:44–48. DOI: <http://dx.doi.org/10.18052/www.scipress.com/ILNS.30.44>.
- Velusamy P, Immanuel JE, Gnanamanickam SS. 2013. Rhizosphere bacteria for biocontrol of bacterial blight and growth promotion of rice. Rice Sci. 20(5):356–362. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1672-6308\(13\)60143-2](http://dx.doi.org/10.1016/S1672-6308(13)60143-2).
- Wu L, Wu H, Chen L, Yu X, Borriss R, Gao X. 2015. Difficidin and bacilysin from *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42 have antibacterial activity against *Xanthomonas oryzae* rice pathogens. Scientific Reports. 5(12975):1–9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/srep12975>.